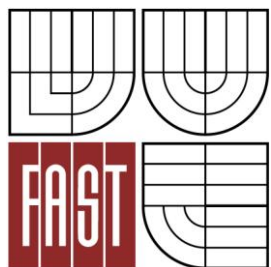




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

VELETRŽNÍ PAVILON

FAIR PAVILION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. INGRID SENGEROVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Ingrid Sengerová

Název Veletržní pavilon

Vedoucí diplomové práce Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

**Datum zadání
diplomové práce** 31. 3. 2015

**Datum odevzdání
diplomové práce** 15. 1. 2016

V Brně dne 31. 3. 2015

.....
prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Požadavky na architektonické a dispoziční řešení
Literatura doporučená vedoucím diplomové práce

Zásady pro vypracování

Zadání a cíle:

Vypracujte variantní návrh nosné ocelové konstrukce veletržního pavilonu o celkových půdorysných rozměrech cca 45×66 m. Dispozici navrhnete v souladu s architektonickými požadavky; klimatická zatížení uvažujte pro lokalitu Ostrava.

Požadované výstupy:

Technická zpráva s odůvodněním zvolené varianty řešení

Statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce

Výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím diplomové práce

Výkaz spotřeby materiálu pro zvolenou variantu řešení

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
Ing. Milan Pilgr, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 14.1.2016

.....
podpis autora
Bc. Ingrid Sengerová

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 14.1.2016

.....
podpis autora
Bc. Ingrid Sengerová

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Ingrid Sengerová *Veletřžní pavilon*. Brno, 2016. 22 s., 252 s. příl. Diplomová práce.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí.
Vedoucí práce Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

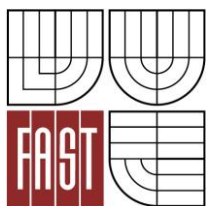
Poděkování

Tímto bych poděkovala především svému vedoucímu diplomové práce Ing. Milanu Pilgrovi, Ph.D. za velmi užitečné rady, odborné připomínky, ochotu a vstřícný přístup. Jeho zkušenosti a vědomosti byly pro moji práci velkým přínosem. Na závěr bych také ráda poděkovala rodině a všem mým blízkým, kteří mi pomáhali s přípravou práce nebo mně jakkoliv podporovali během jejího vytváření.

V Brně dne: 15.1.2016

.....

podpis autora



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Milan Pilgr, Ph.D.
Autor práce Bc. Ingrid Sengerová

Škola Vysoké učení technické v Brně
Fakulta Stavební
Ústav Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
Studijní obor 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Studijní program N3607 Stavební inženýrství

Název práce Veletržní pavilon
Název práce v anglickém jazyce Fair Pavilion
Typ práce Diplomová práce
Přidělovaný titul Ing.
Jazyk práce Čeština
Datový formát elektronické verze

Anotace práce V diplomové práci je vypracován návrh a statický posudek nosné ocelové konstrukce veletržního pavilonu o celkových půdorysných rozměrech 47x66m s maximální výškou 15,4m. Dispozice je navrhována v souladu s architektonickými požadavky. Konstrukce je uvažována pro oblast Brno. Návrh zastřešení je vypracován ve dvou variantách jejichž rozměry jsou shodné. První variantu tvoří dvoulodní halový objekt, příhradový parabolický vazník, kloubově uložený na vetknuté sloupy. Druhou variantu taktéž dvoulodní objekt s příhradovým rámem konstrukce. Ve statickém výpočtu jsou navrženy a posouzeny nosné prvky jako jsou vaznice, vazník, příčná a podélná ztužidla, průvlak a stropnice, štitové sloupy a kotvení. V závěru je zpracováno porovnání obou variant. Součástí práce je výkresová dokumentace skládající se u dispozičního výkresu, výrobního výkresu vazníku, výkresu detailů a kotevním plánem.

Anotace práce v anglickém jazyce	Diploma thesis is developed the design and static assessment supporting steel structure Exhibition Hall of the overall ground dimensions 47x66m with a maximum height of 15.4 meters. Layout is designed in accordance with architectural requirements. The design is considered for Brno's area. The proposal of roof system is designed in two versions whose dimensions are identical. The first option consists of a two-aisle hall object, parabolic truss girder, pin supported on fixed columns. The second variant also two-aisle building with truss frame structure assessed in static calculation. At the end of the thesis, comparison of both variants is elaborated. Design documentation, which consist layout drawing, drawing of truss for manufacturing, drawing indicative details and plan of anchorage, is a part of thesis.
Klíčová slova	nosná ocelová konstrukce, zastřešení, parabolický vazník, příhrada, vaznice, kotvení, příčná ztužidla, podélná ztužidla, zatížení, posouzení, vnitřní síly, šroubový spoj, svar, kotevní šrouby
Klíčová slova v anglickém jazyce	steel construction, roofing, parabolic truss, stall, purlin, anchorage, lateral bracing, longitudinal bracing, load, internal forces, screw connestion, weld, anchor screws



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ



ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVENÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

VELETRŽNÍ PAVILON
EXHIBITION PAVILION

TECHNICKÁ ZPRÁVA
TECHNICKÁ ZPRÁVA S POSOUZENÍM VARIANT

DILOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. INGRID SENGEROVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2016

Obsah

1.	ZADÁNÍ	3
2.	KRITÉRIA HODNOCENÍ	3
3.	VARIANTY ŘEŠENÍ.....	3
3.1	Varianta č.1	3
3.2.	Varianta č.2	6
3.3.	Volba varianty.....	7
4.	NORMATIVNÍ DOKUMENTY	8
5.	PŘEDPOKLADY NÁVRHU NOSNÉ KONSTRUKCE	8
6.	POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ	8
7.	POPIS KONSTRUKCE	9
7.1.	Spodní stavba	9
7.2.	Základní prvky hlavní nosné konstrukce haly	9
7.2.1	Opláštění objektu.....	9
7.2.2	Vaznice	10
7.2.3	Střešní vazník	10
7.2.4	Hlavní sloupy.....	10
7.2.5	Sloupy štítové	10
7.2.6	Sloupy vnitřní	11
7.2.7	Paždík	11
7.2.8	Podélná ztužidla.....	11
7.2.9	Střešní část příčného ztužidla	11
7.2.10	Stěnová část příčného ztužidla	11
7.2.11	Předpjatá stropní deska.....	12
8.	POVRCHOVÁ ÚPRAVA	12
9.	MATERIÁL	12
10.	VÝROBA A MONTÁŽ	12
11.	POUŽITÁ LITERATURA.....	13

1. ZADÁNÍ

Předmětem projektu je vypracovat variantní návrh a statický posudek nosné ocelové konstrukce veletržního pavilonu o celkových půdorysných rozměrech cca 45x66m. Umístění konstrukce je v Ostravě, čemuž odpovídá II. sněhová oblast a II. větrná oblast.

2. KRITÉRIA HODNOCENÍ

- HMOTNOST – jedním z určujících ekonomických kritérií pro zhodnocení je hmotnost prvků konstrukce. Pro hodnocení je počítáno s cenou za kg oceli a není zohledněna rozdílná cena jednotlivých průřezů
- PRACNOST PROVEDENÍ – hlavním kritériem pro pracnost provedení je počet prvků konstrukce a počet uzlů, ve kterých se prvky stýkají. S rostoucím počtem uzlů vzrůstá časová náročnost výroby haly. Konstrukce je navržena z trubek kruhového průřezu a jejich styky jsou náročné na přesnou výrobu.
- ÚDRŽBA – pro dlouhodobé používání stavby je rozhodující faktor nátěrová plocha a počet spojů, které se musí kontrolovat.

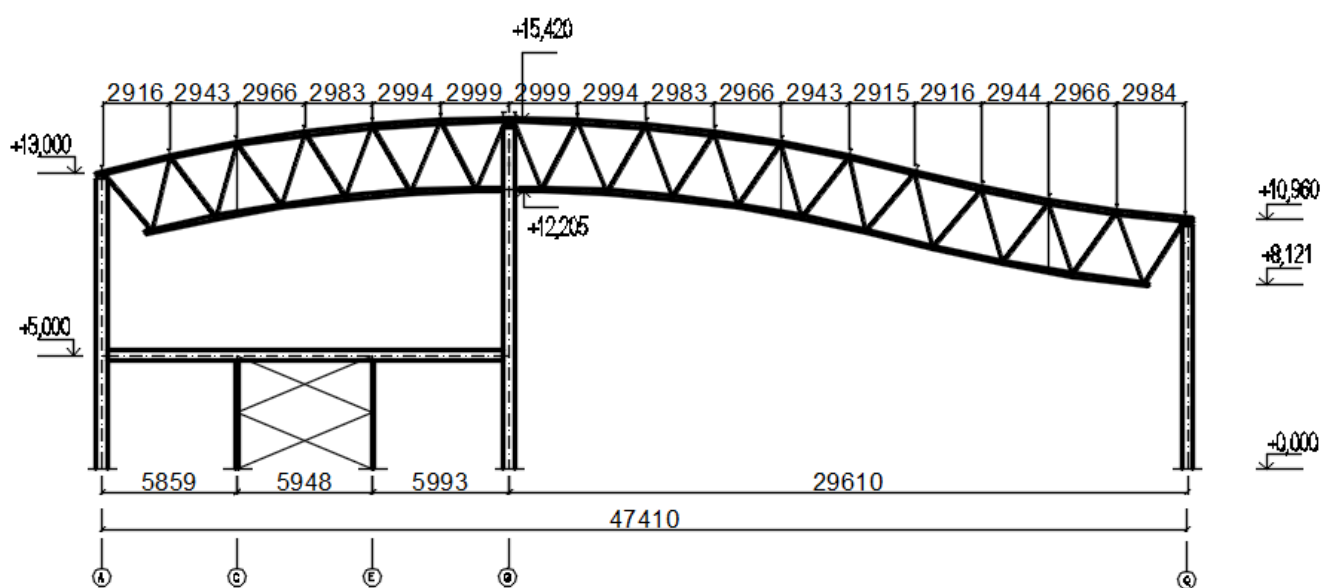
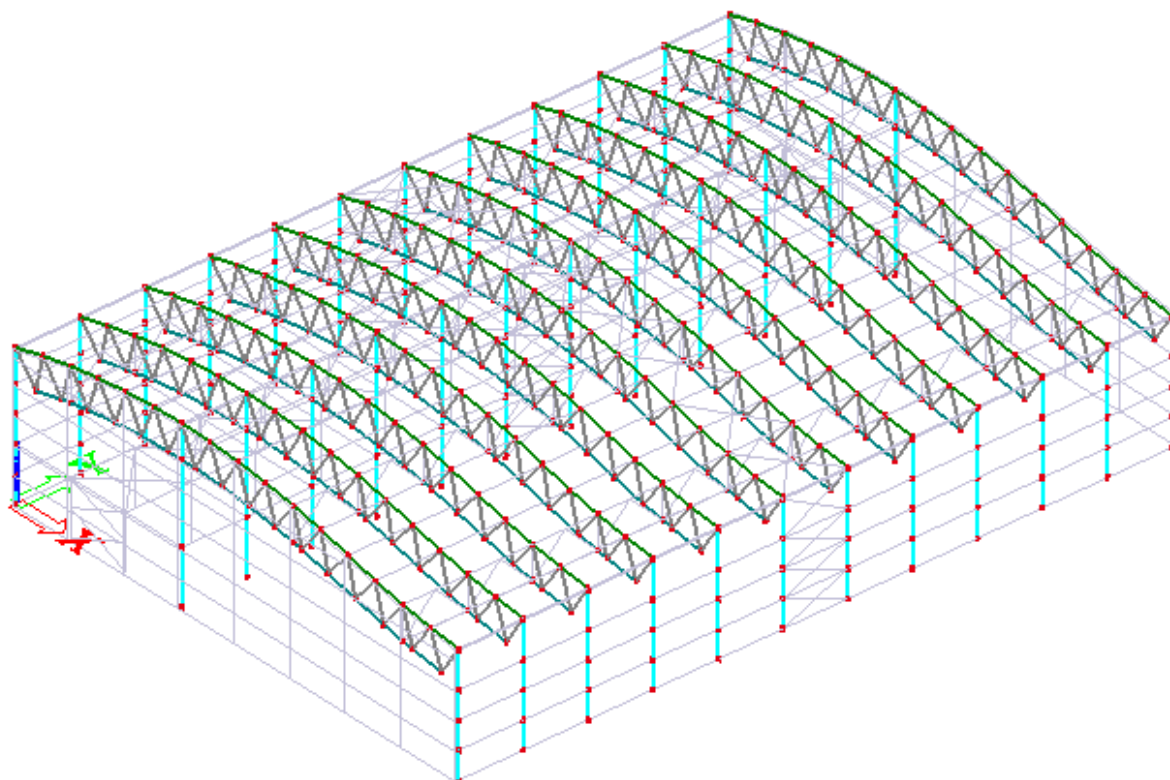
3. VARIANTY ŘEŠENÍ

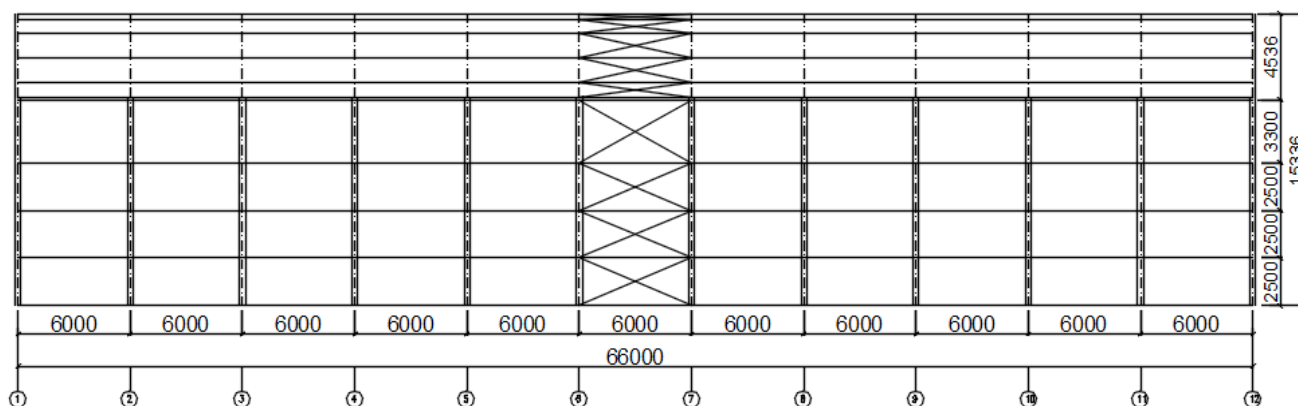
Při řešení objektu byly vypracovány 2 varianty (ocel S355), jejichž tvar i rozměry jsou shodné. Jedná se vždy o dvoulodní halový objekt o půdorysných rozměrech 47x66m s výškou objektu v nejvyšším bodě středového sloupu 15,4m. V levé dvoupodlažní části objektu o příčném rozpětí 17,9m se po celé délce nachází patrová část ve výšce 5,0m. V prvním nadzemním podlaží se nachází administrativní, technická a hygienická část budovy. V druhém nadzemním podlaží se nachází prostor pro vystavování dispozic ze kterého je možné sledovat expozice které se nachází v pravé části jednopodlažní haly. Druhá varianta se liší příčnými rámovými vazbami.

3.1 Varianta č.1

Statický výpočet varianty 1 je proveden pro nosnou ocelovou konstrukci veletržního pavilonu. Pavilon je tvořen jako dvoulodní, který se skládá z 12 příčných vazeb s příhradovými vazníky konkávně parabolického tvaru ve vzdálenosti 6m a kloubově uloženými na sloupech. Každou příčnou vazbu tvoří 3 plnostěnné sloupy o výškách 13,0m, 15,4m a 10,9m které jsou vetknuté do betonových patek. V levé části haly o příčném rozpětí 17,9m se nachází patrová část, kde konstrukční výška je 5m. V podélném směru je první nadzemní podlaží rozděleno do třech polí po cca 6m. Přízemí slouží jako zázemí pro halu a je tvořena válcovanými sloupy, ke kterým jsou připojeny předem předpjaté stropní desky Spiroll od firmy PREFA Brno. Tuhost patrové budovy je zajištěna v podélném směru příhradovými ztužidly. Sloupy jsou uloženy na kloubových

podporách. Ke sloupům jsou kloubově připojeny průvlaky a na průvlaky jsou kloubově připojeny stropnice. Střešní konstrukci tvoří plnostěnné ocelové vaznice. Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna příčnými ztužidly v rovině střešní konstrukce podélnými ztužidly. Štítové sloupy jsou uloženy na kloubových podporách.





Zhodnocení:

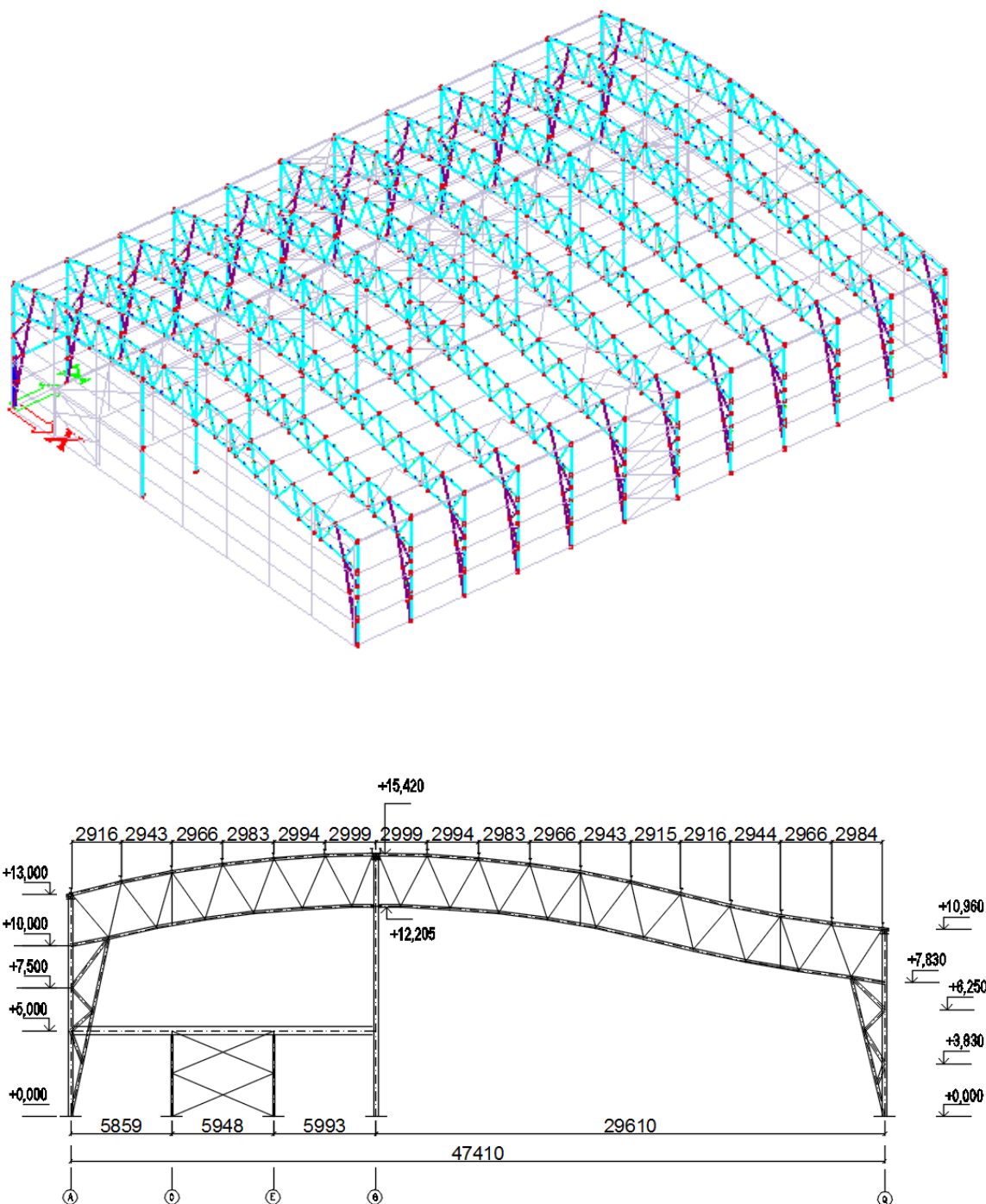
Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m²]	Objemová hmotnost [kg/m³]	Objem [m³]
Studentbíl verze *Studentbíl verze* *Studentbíl verze* *Studentbíl verze* *Studentbíl verze* *Studentbíl verze* *Studentbíl verze* *Studentbíl verze* *Studentbíl verze* *Studentbíl verze* *Studentbíl verze* *Studentbíl verze*							
patro příčné - IPE160	S 355	15,8	213,600	3370,3	132,961	7850,0	4,2934e-01
vazník_HP - RO 168.3X7.1	S 355	28,3	576,000	16277,8	304,123	7850,0	2,0736e+00
vazník_DP - RO 168.3X10	S 355	39,0	527,428	20577,3	278,137	7850,0	2,6213e+00
vazník_diagonály_(tl3) - RO101.6X5.6	S 355	13,3	120,724	1601,6	38,511	7850,0	2,0402e-01
sbup - HEA500	S 355	155,4	471,550	73293,0	984,971	7850,0	9,3367e+00
sbup_štíťová strana - HEA320	S 355	97,3	245,416	23888,8	431,932	7850,0	3,0432e+00
podélné ztužidlo_stojina - RO60.3X4	S 355	5,5	109,978	610,4	20,786	7850,0	7,7755e-02
podélné ztužidlo_DP - RO76.1X4	S 355	7,1	264,000	1877,6	60,096	7850,0	2,3918e-01
podélné ztužidlo_diagonála - RO82.5X6.3	S 355	11,9	376,648	4464,6	97,362	7850,0	5,6874e-01
paždík - IPE200	S 355	22,4	660,000	14765,9	506,947	7850,0	1,8810e+00
vaznice - IPE270	S 355	36,0	1122,000	40427,3	1167,921	7850,0	5,1500e+00
paždík_prodloužený - IPE240	S 355	30,7	6,000	184,2	5,530	7850,0	2,3460e-02
ztužidlo_patro - RO82.5X6.3	S 355	11,9	185,873	2203,2	48,057	7850,0	2,8067e-01
sbup_pod patrem - HEA200	S 355	42,2	100,000	4223,3	114,000	7850,0	5,3800e-01
příčné_ztužidlo_tyč - RND25	S 355	3,9	253,736	973,0	19,918	7850,0	1,2458e-01
příčné_ztužidlo_tyč1 - RND28	S 355	4,8	64,844	313,6	5,706	7850,0	3,9944e-02
ztužidlo_patro_tyč - RND20	S 355	2,5	51,618	127,2	3,242	7850,0	1,6208e-02
patro podélné - IPE550	S 355	105,2	264,000	27770,2	495,371	7850,0	3,5376e+00
sbup_p.patrem se ztuž - HEA120	S 355	19,9	20,000	397,2	13,540	7850,0	5,0600e-02
vazník_diagonály_(tl1) - RO63.5X6.3	S 355	8,9	201,203	1784,8	40,039	7850,0	2,2736e-01
vazník_diagonály_(tl2) - RO82.5X4	S 355	7,7	322,462	2495,9	83,518	7850,0	3,1795e-01
vazník_diagonály_(tl3) - RO63.5X4	S 355	5,9	362,179	2126,6	72,074	7850,0	2,7091e-01
vazník_diagonály_(tl2) - RO82.5X8	S 355	14,7	281,693	4135,1	72,832	7850,0	5,2676e-01
paždík-štíť - IPE180	S 355	18,8	641,278	12031,3	447,533	7850,0	1,5327e+00

Hmotnost konstrukce je stanovena odhadem na základě systémových délek prutů, jmenovitých rozměrů průřezů a hustoty oceli $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

- Celková hmotnost: 300 000 kg, povrch 5458,183 m²,
- přibližná cena
 - válcované průřezy (cca 55 Kč/kg) = 11 000 000 Kč
 - trubky (cca 70 Kč/kg) = 4 200 000 Kč
 - celkem **15 200 000 Kč**

3.2. Varianta č.2

Statický výpočet varianty 2 je proveden pro veletržní pavilon s půdorysnými rozměry 47m x 66m s výškou 15,4m. Rozměry jsou přibližně shodné s variantou č.1. Druhá varianta se liší volbou sloupů, které tvoří spolu s horním pásem příhradový rám. Účel je v zachycení části vodorovných reakcí od klimatického zatížení. Příhradový rám zajišťuje menší průhyb sloupů a tím lze použít menší průřez sloupů než v předchozí variantě.



Zhodnocení:

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m²]	Objemová hmotnost [kg/m³]	Objem [m³]
patro přičné - IPE160	S 355	15,8	213,600	3370,3	132,961	7850,0	4,2934e-01
vazník_HP - RO168.3X7.1	S 355	28,3	576,000	16277,8	304,128	7850,0	2,0736e+00
vazník_DP - RO168.3X10	S 355	39,0	576,006	22472,6	303,809	7850,0	2,8627e+00
vazník_diagonály_(tl3) - RO101.6X5.6	S 355	13,3	120,724	1601,6	38,511	7850,0	2,0402e-01
sloup - HEA260	S 355	68,1	471,550	32130,5	697,894	7850,0	4,0931e+00
sloup_štitová strana - HEA320	S 355	97,3	245,416	23888,8	431,932	7850,0	3,0432e+00
podélné ztužidlo stojina - RO60.3X4	S 355	5,5	109,978	610,4	20,786	7850,0	7,7755e-02
podélné ztužidlo_DP - RO76.1X4	S 355	7,1	264,000	1877,6	63,096	7850,0	2,3918e-01
podélné ztužidlo_diagonála - RO82.5X6.3	S 355	11,9	376,648	4464,6	97,382	7850,0	5,6874e-01
paždík - IPE200	S 355	22,4	660,000	14765,9	506,947	7850,0	1,8810e+00
vaznice - IPE270	S 355	36,0	1122,000	40427,3	1167,921	7850,0	5,1500e+00
přičné ztužidlo - RO82.5X5	S 355	9,6	6,000	57,5	1,554	7850,0	7,3200e-03
paždík_prodloužený - IPE240	S 355	30,7	6,000	184,2	5,530	7850,0	2,3460e-02
ztužidlo_patro - RO82.5X6.3	S 355	11,9	185,873	2203,2	48,057	7850,0	2,8067e-01
sloup_pod_patre - HEA200	S 355	42,2	100,000	4223,3	114,000	7850,0	5,3800e-01
přičné ztužidlo_tyč - RND25	S 355	3,9	253,736	978,0	19,918	7850,0	1,2458e-01
přičné ztužidlo_tyč1 - RND28	S 355	4,8	64,844	313,6	5,706	7850,0	3,9944e-02
ztužidlo_patro_tyč - RND20	S 355	2,5	51,618	127,2	3,242	7850,0	1,6208e-02
patro podélné - IPE550	S 355	105,2	264,000	27770,2	495,371	7850,0	3,5376e+00
sloup_p.patre se ztuž - HEA120	S 355	19,9	20,000	397,2	13,540	7850,0	5,0600e-02
vazník_diagonály_(tl1) - RO63.5X6.3	S 355	8,9	160,961	1427,8	32,031	7850,0	1,8189e-01
vazník_diagonály_(tl2) - RO62.5X4	S 355	7,7	282,014	2182,8	73,042	7850,0	2,7807e-01
vazník_diagonály_(tl3) - RO63.5X4	S 355	5,9	321,937	1890,4	64,066	7850,0	2,4081e-01
vazník_diagonály_(tl2) - RO82.5X8	S 355	14,7	241,451	3544,4	62,427	7850,0	4,5151e-01
paždík-štit - IPE180	S 355	18,8	641,278	12031,3	447,533	7850,0	1,5327e+00
příhradový sloup-sloup - ROR168.3/10.0	S 235	39,0	308,269	12027,0	163,074	7850,0	1,5321e+00
příhradový sloup-diagonály - ROR63.5/5.0	S 235	7,2	203,984	1471,6	40,593	7850,0	1,8746e-01
roh - ROR82.5/5.0	S 355	9,6	40,242	385,4	10,423	7850,0	4,9095e-02
roh-pravy - ROR88.9/10.0	S 355	19,5	40,448	787,4	11,285	7850,0	1,0031e-01

Hmotnost konstrukce je stanovena odhadem na základě systémových délek prutů, jmenovitých rozměrů průřezů a hustoty oceli $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

- Celková hmotnost: 250 000 kg, povrch 5376,76 m²,
- přibližná cena
 - válcované průřezy (cca 55 Kč/kg) = 7 500 000 Kč
 - trubky (cca 70 Kč/kg) = 5 300 000 Kč
 - celkem **12 800 000 Kč**

3.3. Volba varianty

	VARIANTA 1	VARIANTA 2	ROZDÍL
hmotnost [t]	300,00	250,00	50,00
cena [mil.Kč]	15,200	12,800	2,400
Počet prutů [ks]	3096	3247	151

Z porovnání variant lze zjistit, že menší hmotnost má varianta č.2 s příhradovým sloupem, avšak ve variantě č.1 je použit menší počet prutů. K detailnímu posudku je vybrána varianta č. 1 s plnostěnnými sloupy, z důvodu menší pracnosti ve výrobě, méně náročné údržbě a estetického vzhledu.

4. NORMATIVNÍ DOKUMENTY

Nosná konstrukce zastřešení objektu byla navrhována s těmito platnými normativními dokumenty:

- ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-3: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1-1: Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-8: Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků

Konstrukce byla vymodelována pomocí výpočtového softwaru Scia Engineer 2015 Studentská verze. Model je prutový, prostorový. Výpočet proveden metodou konečných prvků, lineárně pružnou analýzou.

5. PŘEDPOKLADY NÁVRHU NOSNÉ KONSTRUKCE

Statické posouzení nosné ocelové konstrukce veletržního pavilonu bylo provedeno na:

- Mezní stav únosnosti s uvažováním prosté pevnosti, vzpěrné pevnosti prutů a konstrukce, také pevnosti spojů. Materiálové charakteristiky byly pro nosnou konstrukci brány z podkladu pro ocel S355
- Mezní stav použitelnosti na nejnepríznivější hodnoty deformací z kombinací charakteristických hodnot zatížení, přičemž hodnoty materiálových vlastností byly uvažovány pro ocel S355

Nosná ocelová konstrukce byla navržena na následující proměnná zatížení:

- Klimatické zatížení sněhem se základní tíhou sněhu $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$ odpovídající II. Sněhové oblasti – ČSN EN 1991-1-3
- Klimatické zatížení větrem se základní rychlostí větru $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$ odpovídající II. Větrové oblasti – ČSN EN 1991-1-4

6. POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Nosná konstrukce veletržního pavilonu o celkových půdorysných rozměrech 47x66m je tvořena 12 příčnými vazbami ve vzdálenostech 6m. Každou příčnou vazbu tvoří 3 plnostěnné sloupy o výškách 13,0m 15,4m a 10,9m a 2 příhradové vazníky, přičemž vazník v dvoupodlažní části má rozpětí 17,8m a v jednopodlažní části 29,6m. Vazníky jsou parabolického tvaru, jejichž výplňové pruty jsou ve svislicové soustavě.

Vazníky jsou kloubově uloženy na válcovaných sloupech, které jsou vetknuté do betonových patek. Nejvyšším bodem je hřeben nad středním sloupem ve výšce 15,4m. Prostorová tuhost dvoulodní haly je zajištěna soustavou příčných a podélných ztužidel. Větrové ztužidlo je situováno v šestém, tedy prostředním poli. Podélná střešní ztužidla jsou umístěna mezi vazníky ve třetinách rozpětí jednopodlažní části, dále v první třetině dvoupodlažní lodě a ve místě středového sloupu. V levé části haly o příčném rozpětí 17,9m se nachází patrová část, kde konstrukční výška je 5m. V podélném směru je první nadzemní podlaží rozděleno do třech polí po cca 6m. V prvním nadzemním podlaží se nachází administrativní, technická a hygienická část budovy a je tvořena válcovanými sloupy, ke kterým jsou připojeny předem předpjaté stropní desky od firmy Spirol. Tuhost patrové části je zajištěna v podélném směru příhradovými ztužidly, kdy sloupy jsou uloženy na kloubových podporách. Ke sloupům jsou kloubově připojeny průvlaky a na průvlaky jsou kloubově připojeny stropnice. Střešní konstrukci tvoří plnostěnné ocelové vaznice délky 6m která je uložena ve styčnicích v osových vzdálenostech maximálně 3m.

7. POPIS KONSTRUKCE

7.1. Spodní stavba

Založení celého objektu bude provedeno na základových patkách a základových pasech. Hlavní nosná konstrukce (ocelové sloupy haly a patrové části) bude založena na železobetonových patkách, hloubka bude provedena dle únosnosti zeminy, minimálně do nezamrzne hloubky. Sloupy v patrové části pod podlažím a sloupy štítové stěny budou založeny na patce z prostého betonu. Konstrukce pláště je uložena na obvodových základových pasech.

7.2. Základní prvky hlavní nosné konstrukce haly

7.2.1 Opláštění objektu

Jako střešní plášť je navržen sendvičový PUR panel Kingspan KS1000 FF tl. 100mm. Jde o panel zateplovací a izolační se skrytým upevněním ke konstrukci ve spodní vlně. Panely jsou ošetřeny antikorozní povrchovou úpravou – oboustranným žárově pozinkovaným povlakem. Tepelná izolace tloušťka panelu 10mm, hodnota $U = 0,22 \text{ (W/m}^2\text{K)}$.

Stěnový plášť štítových stran je tvořen celoskleněným systémem izolačních skel od firmy Reynaers Aluminium. Zbylé obvodové boční stěny jsou tvořeny panely Kingspan KS 1000AWP tl.100mm.

7.2.2 Vaznice

Vaznice je navržena z válcovaného profilu IPE 270. Délka vaznice je 6m a je uvažována jako prostě uložená. Vaznice bude součástí příčného větrového ztužidla ve středním poli haly, dále bude sloužit ke spojení jednotlivých vazníků. Půdorysná osová vzdálenost jednotlivých vaznic je maximálně 3m. Natočení vaznic (odklon od svislice) respektuje tvar horního pásu vazníku. Na vaznicích spočívá střešní plášť.

7.2.3 Střešní vazník

Hlavní nosným prvkem příčné vazby haly je příhradový vazník parabolického tvaru. Příhradový vazník je rozdělený na dvě části, nad dvoupodlažní částí o délce 17,8m a nad jednopodlažní částí o délce 29,6m. Vazník je navržen jako prostý nosník a je navržen z trubek kruhového průřezu, válcovaných za tepla. Horní pás je navržen z trubky TR KR 168,3 x 4, dolní pás z trubek TR KR 168,3 x 10, diagonály vazníku jsou navrženy z pěti průřezů trubek TR KR 82,5x4, TR KR 101,6x5,6, TR KR 82,5x8,0, TR KR 63,5x4, TR KR 63,5x6,3. Vazníky jsou navrženy v osové půdorysné vzdálenosti 6,00m a jsou kloubově připojeny pomocí čepu o průměru 40mm a tří čepových desek. Čepové desky tloušťky 10 mm jsou upevněny na sloup a k vazníku je připojen plech tl. 20 mm, tyto svary jsou přivařeny tupým svarem. Diagonály jsou k hornímu a dolnímu vazníku připojeny nosným koutovým svarem s účinnou tloušťkou 4mm.

7.2.4 Hlavní sloupy

Podpěření střešního vazníku bude provedeno pomocí dvou plnostěnných válcovaných sloupů HEA 500, který byl zvolen především z hlediska průhybu. Dvoupodlažní část v ose A má vnější sloup o výšce 13,0 m středový sloup v ose G je výšky 15,4m a vnější sloup jednopodlažní části v ose Q je výšky 10,9m. V rovině příčné vazby jsou sloupy vetknuté a z roviny působí jako kloubové.

7.2.5 Sloupy štítové

Sloupy štítové jsou tvořeny z profilu HEA 320 proměnné výšky dle polohy v konstrukci. Tyto sloupy jsou uvažovány jako kloubově připojené. Jsou upevněny pomocí 2 kotev HILTI HSA M20 5.6 a patního plechu tl. 10mm, ke kterému je sloup přivařen o účinné tloušťce 3mm.

7.2.6 Sloupy vnitřní

Sloupy vnitřní na které je připojeno ztužidlo jsou tvořeny z profilu HEA 120 o výšce 5m, zbylé vnitřní sloupy jsou z profilu HEA 200. Tyto sloupy jsou pouze ve spodním podlaží v patrové části haly. Jsou uvažovány kloubově připojené, jejich kotvení je pomocí 2 kotev HILTI HSA M20 5.6 a patního plechu tl.10 mm, ke kterému je sloup přivařen svarem o účinné tloušťce 3mm.

7.2.7 Paždík

Pro připojení stěnového pláště jsou na konstrukci navrženy paždíky. Pro konstrukci jsou navrženy dva profily paždíků. Paždík na bočních stranách je profilu IPE 200 o délce 6,0m a ve vertikální rovině uložen po 2,5 m. Štítové paždíky jsou navrženy z profilu IPE 180, rozmístění a vzdálenosti jsou patrné ze statického výpočtu a výkresů. Paždíky slouží pro zkrácení vzpěrné délky sloupů a zajištění tuhosti konstrukce. Jsou uvažovány jako kloubově připojené.

7.2.8 Podélná ztužidla

V podélném směru haly jsou umístěna čtyři podélná svislá ztužidla, která zajišťují polohu dolních pásů střešních vazníků. První ztužidlo je umístěno v ose středového sloupu haly. Další dvě jsou umístěny symetricky vlevo a vpravo od prvního ztužidla ve vzdálenosti necelých 12,0m od něj a čtvrté ztužidlo je umístěno necelých 24,0 m vpravo od prvního ztužidla. Horním pásem podélného ztužidla je vaznice, dolní pás tvořen z trubek TR KR 76,1x4 a diagonály vedené z dolního pásu vazníku, připojené k vaznici jsou navrženy z trubek TR KR 60,3x4.

7.2.9 Střešní část příčného ztužidla

Ve středovém poli konstrukce je umístěno příčné střešní ztužidlo, které zajišťuje podélnou tuhost konstrukce. Ztužidlo je navrženo ze systému táhel MACALLOY 460 M30. Táhla jsou vyrobena z oceli S460. Pruty ztužidel budou navzájem uprostřed navzájem kloubově spojeny pomocí spojovacích prvků dodaných výrobcem táhel.

7.2.10 Stěnová část příčného ztužidla

Ve středovém poli konstrukce, kde končí střešní ztužidlo je jak ve vnější, tak ve vnitřní stěně umístěno příčné stěnové ztužidlo. Ztužidlo zajišťuje podélnou tuhost konstrukce. Ztužidlo je navrženo ze systému táhel MACALLOY 460 M30. Táhla jsou vyrobena z oceli S460. Pruty ztužidel budou navzájem uprostřed navzájem kloubově spojeny pomocí spojovacích prvků dodaných výrobcem táhel.

7.2.11 Předpjatá stropní deska

Strop v dvoupodlažní části je tvořen předem předpjatou betonovou stropní deskou Spiroll od firmy PREFA Brno. Deska je podepřena stropnicemi IPE 160 o roztečích necelých 6,0m. Stropnice jsou připojeny na průvlaky IPE 550. Stropní nosníky (stropnice i průvlaky) jsou připojeny kloubově.

8. POVRCHOVÁ ÚPRAVA

U všech prvků ocelové konstrukce bude zajištěna antikorozní ochrana pomocí ochranných nátěrových systémů. Nátěr bude proveden ve dvou vrstvách a to základní a vrchní. Základním nátěrem bude konstrukce opatřena při výrobě. V místech spojů bude vynechán i základní nátěr. Po montáži bude základní obnoven a konstrukce bude natřena i povrchových nátěrem.

9. MATERIÁL

Jako základní materiál pro výrobu ocelové konstrukce bude použita ocel třídy S355 ($f_u = 490$ MPa). Pro ocelové šroubované spoje jsou předpokládány šrouby M24 jakosti 5.6, M16 jakosti 5.8, M20 a M24 jakosti 8.8. Nosné svary jsou provedeny jako dílenské i montážní a jsou minimální výšky 3mm, pokud není jinak uvedeno. Tyče a systémové spojky jsou dle systému Macalloy předpokládány z oceli S460. Třidu betonu patky požadují min. C16/20. Třída betonu podlití nesmí být nižší než třída betonu patky.

10. VÝROBA A MONTÁŽ

Prvky ocelové konstrukce budou vyráběny ze svařovaných a válcovaných profilů. Styky jsou navrženy jako šroubové nebo svařované. Prvky musí být z výroby dodány neporušené tvarově a s neporušeným základním nátěrem.

Prvním krokem budou terénní úpravy a vybetonování základových patek pro sloupy a vybetonování základových pasů. Montáž ocelové konstrukce haly začne osazením sloupů na betonové patky s předem zabetonovanými šrouby. Pro šrouby uložené kloubově je nejdříve potřeba dle konstrukce zakotvit šrouby Na sloupy se poté v patrové části připevní průvlaky a zároveň se sloupy vyztuží ztužidly v jednom směru. Mezi průvlaky se poté postupně namontují stropnice a ztužidla ve směru druhém.

Na sloupy se osadí střešní vazníky. Poté se na vazníky namontují vaznice a mezi vaznice se upevní příčné střešní ztužidlo.

Po montáži ocelové konstrukce se provede položení podlah, montáž opláštění a instalace dalších technických zařízení.

11. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí, 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, 2004.
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem, 2005.
- [2] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem, 2007.
- [5] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, 2006.
- [6] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků, 2006.
- [7] Čítanka výkresů ocelových konstrukcí [online]. Dostupné na: <<http://citankaok.wz.cz>>.
- [8] Prvky ocelových konstrukcí. Příklady podle Eurokódů. ČVUT, 2005.
- [9] MELCHER, J., PILGR, M., Kovové konstrukce I, Modul BO04-MO4, Sloupy a větrové ztužidlo
- [10] ČSN 73 1430: Navrhování trubek v ocelových konstrukcích, Praha: ČNI, 1989
- [11] PROF.ING.PAVEL FERJENČÍK, Csc.,DOC.ING.JAROSLAV SCHUN,Csc., DOC.ING.JINDŘICH MELCHER,Csc., DOC.ING.VLADIMÍR VOŘÍŠEK,Csc., DOC.ING.EUGEN CHLADNÝ,Csc. - Navrhovanie ocelových konštrukcií
- [12] Katalog firmy Kingspan a.s.
- [13] Katalog firmy Hilti s.r.o.
- [14] Katalog firmy Reynaers Aluminium